

# 台灣塔塔加地區金翼白眉生殖生態之研究<sup>1</sup>

游淑鈞<sup>2</sup> 袁孝維<sup>3</sup>

(收件日期：民國 88 年 11 月 1 日、接受日期：民國 88 年 12 月 10 日)

**【摘要】**我們自 1997 年 4 月至 1998 年 8 月於塔塔加地區進行金翼白眉 (*Garrulax morrisonianus*) 生殖生態之研究，探討親鳥雙方於孵雛及餵雛上投資與分工的差異及影響生殖棲地選擇的因子。金翼白眉生殖季開始於 3 月下旬，持續至 8 月下旬。配對方式以目前觀察應為一夫一妻制，雌雄親鳥皆參與築巢、孵卵、孵雛、育幼和照顧離巢幼鳥的工作。每巢產 2 個卵 (n=2)，卵的平均長度為 31.3 mm，平均寬度為 21.5 mm。雛鳥孵化後，親鳥仍會孵雛 9 至 12 天，雄鳥與雌鳥孵雛時間並無差異。育雛時期，隨著幼雛的成長，親鳥餵食頻率有增加趨勢，雄鳥餵食頻率高於雌鳥。所餵食的食物以無脊椎動物居多，也有餵食果實及垃圾的情形。只有 2 個巢在尋獲時為孵卵狀態，而此兩窩的孵化率均為 100%，所有巢的平均離巢率為 81.25% (n=8)。生殖棲地選擇上，金翼白眉偏好使用樹木密度較高的棲地。

**【關鍵詞】**金翼白眉、生殖生態、塔塔加。

## THE BREEDING ECOLOGY OF TAIWAN LAUGHING THRUSHES, *GARRULAX MORRISONIANUS*, IN THE TATACHIA AREA, TAIWAN<sup>1</sup>

Shu-Chun Yu<sup>2</sup> Hsiao-Wei Yuan<sup>3</sup>

(Received November 1, 1999; Accepted December 10, 1999)

**【Abstract】**We studied the breeding ecology of Taiwan Laughing Thrushes (*Garrulax morrisonianus*) at Tatchia, in the mountains of central Taiwan, from April 1997 to August 1998. We examined parental care and nest site selection. Taiwan Laughing Thrushes are monogamous. Their breeding season began in March and ended in August. Both parents shared the duties of nest building, incubation, brooding and feeding. The clutch size was always 2, and the average egg size was 31.3 X 21.5 mm. Parental feeding frequency increased with the nestling age, and invertebrates were the most common food type. Within breeding territories, nesting sites were located in areas with the highest tree densities.

**【Key words】***Garrulax morrisonianus*, Breeding ecology, Tatchia.

### I、前言

長期生態研究 (LTER) 的目的在於長期監

測生態現象與過程，以了解台灣地區重要生態系的動態學，作為生態環境變遷之基本資料，用以評估及緩和自然干擾與人類活動造成的衝擊，並提供科學性資料，累積整體性之本土生

<sup>1</sup> 本研究承行政院國科會補助 (NSC86-2621-B002-027-A07, NSC87-2621-B002-015-A07)，特此致謝。

This study was sponsored by National Science Council (NSC86-2621-B002-027-A07, NSC87-2621-B002-015-A07).

<sup>2</sup> 國立臺灣大學森林學研究所碩士。

Master, Department of Forestry, National Taiwan University.

<sup>3</sup> 國立臺灣大學森林學系副教授，通訊作者。

Associate Professor, Department of Forestry, National Taiwan University. Corresponding Author.

態學知識，供政府機構作有關自然資源經營的參考。在目前五個長期生態研究中，塔塔加是唯一的高山生態系，以調查及監測此生態系的長期變化為主要內容。

袁孝維、林良恭 (1997) 在 1996~1997 年於塔塔加地區進行長期生態研究之鳥類群聚調查中，發現金翼白眉 (*Garrulax morrisonianus*) 為此地區鐵杉林 (*Tsuga chinensis*) 及草原區鳥類群聚的優勢鳥種。但是對於在環境嚴苛的高山生態系中，金翼白眉在生殖方面是否有特殊的生存機制，進而成為當地的優勢族群則並不清楚。因此，於 1997~1998 年我們針對金翼白眉捕捉繫放作個體辨識，進行生殖生態之調查，希望對其生活史有進一步的了解，以探討金翼白眉在此高山生態系中所扮演的角色，並建立基礎生物學資料。

金翼白眉為台灣特有種，分類上屬於畫眉科 (Timaliidae)，是台灣地區中高海拔的針葉林帶內普遍的鳥種。金翼白眉體長約 280 mm，其所分布的海拔範圍自 2,000~3,952 m，主要棲息於濃密的樹林底層或灌木叢中。翟鵬 (1977) 和沙謙中 (1992) 的觀察記錄，其食性以果實與嫩芽為主，其次為無脊椎動物與種子，為覓啄於葉與小枝部位的雜食性鳥類。

畫眉亞科全世界共 255 種 (Howard and Moore, 1991)，台灣共有 16 種，過去對於台灣畫眉亞科鳥類生物學方面之研究十分有限，僅有溪頭地區藪鳥 (*Liocichla steerii*) 的生物學研究 (羅柳墀, 1987) 與繡眼畫眉 (*Alcippe morrisonia*) 生殖及鳥群生態之研究 (林瑞興, 1996)。至於有關金翼白眉的研究，多屬於全省分布、生殖記錄及生態習性描述 (翟鵬, 1977; 謝錦煌, 1994)，根據小林桂助 (1980) 及 Yen (1990) 的觀察記錄顯示，金翼白眉的窩卵數為 2，對於金翼白眉生殖生態方面的研究幾乎付諸闕如。

本研究將針對金翼白眉的生殖生態進行研究，了解其生殖時雄鳥與雌鳥所扮演的角色、親鳥雙方於孵雛及餵雛上投資的差異，並

找出影響其生殖棲地選擇的因子。

## II、方法

於 1997 年 4 月起至 1998 年 8 月間，我們針對金翼白眉生殖生態及生殖棲地等內容進行資料蒐集。以鹿林山至鹿林前山、玉山林道、鹿林山至大鐵杉、大鐵杉至塔塔加鞍部及楠溪林道為主要的調查路線進行調查。每次調查期間儘量涵蓋各調查路線，各項調查方法詳述如下：

### (I) 形值測量

於 3 月及 4 月間，我們選擇金翼白眉經常出沒之地點，架設霧網 (mist net) 捕捉。我們將捕捉到金翼白眉的右腳上鋁環，左腳上 1 至 3 個塑膠色環，給予不同的顏色組合，以供日後觀察時辨識。於上標同時，我們以體重計測量體重 (精密至 1g)，以游標尺測量喙長、全頭長、跗蹠長，直尺測量翼長及尾長等形質 (精密至 0.1 mm)，並記錄換羽情形，測量方法同 Lowe (1989)。捕捉到的鳥皆拔幾根羽毛，做為日後電泳判別性別之材料。在處理捕捉的鳥時，若個體狀況不佳則僅上鋁環及色環，不做形值測量。

### (II) 生殖生態

#### 1. 生殖季

生殖季的定義為始於所發現的第一個巢之雌鳥產下第一顆卵，終於最後一巢的所有雛鳥離巢為止 (Cambell and Lack, 1985)，若不確知實際產卵日期，則透過持續的追蹤孵出日、離巢日等回推之。於 1997 及 1998 年 4 月至 8 月間，我們於研究地點內找尋鳥巢，每一鳥巢依尋獲順序予以編號，並追蹤至確定其棄巢或巢內幼鳥皆已離巢為止，於研究期間共尋獲 9 個巢。

#### 2. 生殖行為

在生殖季期間，除了搜尋鳥巢外，並



記錄金翼白眉求偶、配對、鳴唱、築巢及餵雛等與生殖相關的行為。其中金翼白眉的聲音大致可以區分為幾個類型：典型聲、電鈴聲、單長音、覓食聲、警戒聲、幼鳥乞食聲等。在人力資源允許下，我們擇定標號 3、6、7、9 等 4 個巢，由 1 至 2 人，在距離鳥巢 10 至 30 m 之處，躲藏在草叢中以雙眼望遠鏡配合單眼望遠鏡，針對金翼白眉孵雛及餵雛行為進行長時間的觀察。至於其他各巢的情形，因受限於人力，觀察天數較少。觀察時間在天候許可下，一般由天亮起不久至天黑為止。觀察者依色環判別親鳥個體，並記錄入巢時間、出巢時間、餵食食物種類、餵食次數、餵食食物大小及發生於巢周邊的行為。親鳥餵食的食物大小，係與親鳥喙長比例做為判斷，估計其長度。親鳥性別無法由外型區別，故藉由色環判別個體，經由電泳的性別測試而得 (Griffiths *et al.*, 1998)。

### 3. 活動範圍及領域大小

我們連續追蹤觀察已上色環之成對金翼白眉，在找出巢的位置後，以巢為定點記錄其活動的範圍及領域大小，累計每次活動的記錄，以劃定面積的大小。由於金翼白眉在繁殖季時其活動的範圍相當固定，很少有侵入其他個體領域內的情形，因此，將其日常活動時所出現的地點加以標誌，定為活動範圍。領域的界定來自於與鄰近金翼白眉發生追逐、驅趕或對峙打鬥情形的範圍。

### 4. 每窩卵數 (clutch size)

每窩卵數由所搜尋到的鳥巢中得到，我們以照相記錄卵的顏色、外型及色斑形狀，再以游標尺測量其長寬。

### 5. 生殖成功率

生殖成功率分為卵的孵化率及幼雛離巢率二個階段。各巢之孵化率及離巢率的計算如下：

孵化率 = 順利孵化的雛鳥數 / 窩卵數

離巢率 = 成功離巢的雛鳥數 / 孵化時之雛鳥數

### 6. 雛鳥成長

我們於雛鳥孵出後，依照當時情況，每 2 至 4 天，各巢於相同時段，測量雛鳥體重、體長及跗蹠長，並記錄其生長情形。雛鳥出生 7 至 9 天，我們於跗蹠上套上鉛環及色環，以進行日後其幼鳥存活率之追蹤。

### 7. 巢位因子

在確定巢內雛鳥離巢後，我們根據所尋獲的 9 個巢，測量有關巢的巢位高度、築巢植物的高度及離路面距離。於繁殖季節後，將巢取下帶回，測量最小巢內徑、最大巢內徑、最小巢外徑、最大巢外徑、巢高、巢深及巢重等。

### (III) 生殖棲地調查

根據所尋獲巢之地點，我們以巢為調查樣點，設置生殖樣區，共 7 個樣區。另外將研究地點楠溪林道沿步道各分成 8 個等分，再利用亂數表於每一等分段隨機選擇一地點設置調查樣點，共 8 個隨機樣區。我們以調查樣點為中心，選擇半徑 15 m 的圓形調查樣區。調查樣區內樹高大於 2 m 的喬木才列入計算，樹高小於 2 m 的喬木則列為喬木幼苗。並記錄樣區內喬木之樹種、樹高、胸高直徑及距離樣點中心距離，並計算喬木的總密度及相對優勢度 (胸高斷面積)。同時以調查樣點為中心，選擇一半徑 2 m 的圓面積，測量樣區內出現的灌木草本及喬木幼苗的植物種類、高度及覆蓋度 (覆蓋面積佔樣區面積百分比)，並計算相對優勢度 (覆蓋度)。將棲地調查的結果歸納成 8 項棲地因子，各項棲地因子詳述如下：

1. 喬木密度：以調查點為中心，測量半徑 15 m 圓面積內所有喬木的密度，單位：stem/ha。

2. 喬木胸高斷面積：以調查點為中心，測量半徑 15 m 圓面積內所有喬木的胸高斷面積總和，單位：m<sup>2</sup>/ha。

3. 最近樹離樣點中心距離：以調查點為中

- 心，測量半徑 15 m 圓面積內離樣點中心最近樹之距離，單位：m。
- 4.最近二棵樹離樣點中心距離：以調查點為中心，測量半徑 15 m 圓面積內離樣點中心最近二棵樹之平均距離，單位：m。
  - 5.最近三棵樹離樣點中心距離：以調查點為中心，測量半徑 15 m 圓面積內離樣點中心最近三棵樹之平均距離，單位：m。
  - 6.裸露地比例：以調查點為中心，推估半徑 15m 圓面積內裸露地所佔面積，再除以樣區面積所得之百分比。
  - 7.地被層覆蓋度：以調查樣點為中心，測量半徑 2 m 圓面積內地被層覆蓋度。將地被層分為 0.25 m 以下、0.25~0.5 m、0.5~1 m、1~1.5 m、1.5~2 m 等 5 個層次。在每個樣區內隨機取樣 10 個點，記錄直立鈎竿在各垂直層次是否有碰觸到枝葉，有碰觸到記錄為“1”，若無碰觸到則記錄為“0”。將各層次記錄為“1”的樣點總數除以樣區總樣點數，所得的百分率即為各枝葉層的覆蓋度 (MacArthur and Horn, 1969)，再求 5 個層次覆蓋度的平均值可得地被層覆蓋度。
  - 8.地被層高度：在記錄地被層覆蓋度時，每個樣點地被層接觸到鈎竿的最高點記錄為地被層高度，再求 10 個點的平均值即為地被層高度，單位：m。

(IV)資料處理與分析

原始資料以 Microsoft Excel 軟體建檔，資料分析皆以 SAS(Statistical Analysis System)軟體進行。在形值分析方面，將繫放所測量的雄鳥及雌鳥的各項形值資料分別做 t-test 及 paired t-test。在生殖生態調查方面，以 Mann-Whitney U test 檢定各巢間親鳥投資於餵雛次數及孵雛時間的差異程度，並以迴歸分析檢定雛鳥體重、體長及跗蹠長的成長趨勢。在生殖棲地選擇上，以 Mann-Whitney U test 檢定繁殖樣區及隨機樣區各項棲地因子，找出影響生殖棲地選

擇之重要因子。

III、結果

(I)形值分析

1.形值描述

我們共測量 68 隻成鳥的形值，金翼白眉的喙長平均為  $19.38 \pm 2.12$  mm，全頭長平均為  $49.73 \pm 1.48$  mm，跗蹠長平均為  $39.33 \pm 2.53$  mm，自然翼長平均為  $98.62 \pm 4.15$  mm，最大翼長平均為  $102.85 \pm 3.95$  mm，尾長平均為  $130.96 \pm 12.08$  mm，體長平均為  $285.2 \pm 10.42$  mm，體重平均為  $73.07 \pm 6.86$  g。

2.雄鳥與雌鳥形值之比較

由於不是每個個體都有拔取羽毛，進行電泳測試判定性別，因此經由此方法確定性別的個體只有 26 隻成鳥，其中雄鳥雌鳥各 13 隻。根據已知性別之個體進行統計分析時發現，金翼白眉雄鳥的自然翼長大於雌鳥 (t-test,  $t = 3.01$ ,  $p < 0.01$ )，而其他形值並無顯著差異 (表 1)。

將成對的金翼白眉雄鳥與雌鳥形值作比較，發現成對的金翼白眉中雄鳥的尾長與體重皆大於雌鳥 (paired t-test,  $t = 6.02$ ,  $p < 0.01$ ,  $n = 26$ 、 $t = 4.81$ ,  $p < 0.01$ ,  $n = 26$ )，其他形值並無顯著差異 ( $p > 0.05$ ,  $n = 26$ )。

(II)生殖生態

1.生殖季

我們於 4 月 4 日發現第一個巢，依金翼白眉幼雛最早孵出日及最晚之離巢日推測，其生殖季在 3 月至 8 月之間。共尋獲 9 個巢，依所尋獲時的狀態回推其築巢時間，其中在 3 月築巢的有 1 巢，4 月築巢的有 1 巢，5 月築巢的有 1 巢，6 月築巢的有 3 巢，7 月築巢的有 3 巢。



表 1 金翼白眉雄鳥、雌鳥形值之比較

Table 1 The difference of Taiwan Laughing Thrushes between males and females

形 值 變 項	雄鳥(n=13)		雌鳥(n=13)		t-test	顯著性 <sup>1</sup>
	平均值	標準差	平均值	標準差	P 值	
喙長(mm)	17.82	3.16	19.47	1.33		
全頭長(mm)	49.78	2.00	47.14	8.36	0.5727	
跗蹠長(mm)	41.13	3.46	38.43	1.78	0.1910	
自然翼長(mm)	102.50	2.10	98.62	4.40	0.0066	***
最大翼長(mm)	106.88	3.03	102.62	3.86	0.7628	
尾長(mm)	139.46	4.86	127.64	10.16	0.1859	
體重(g)	78.23	7.24	71.08	7.68	0.6596	

<sup>1</sup> t-test, \*\*\*表示  $p < 0.01$ 。

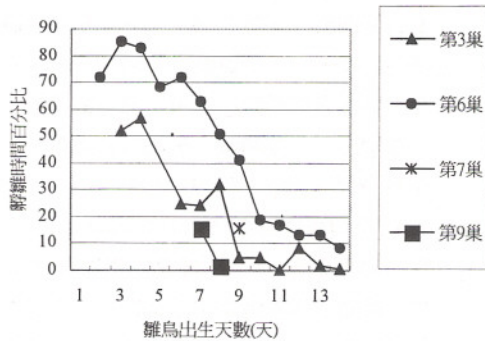


圖 1 金翼白眉親鳥白天孵雛時間比例隨雛鳥成長之變化(孵雛時間/觀察時間)

Fig. 1 Changes of the percentage of incubation time (tending time/observation time) with the nestlings age of Taiwan Laughing Thrushes

## 2. 生殖行為

我們在觀察金翼白眉時發現，某些個體不會發出典型聲及單長音，某些個體則不會發出電鈴聲，且從未出現混淆情形，推測可能與性別有關。之後我們將繫放所取得的羽毛，進行性別測試，證實不會發出典型聲及單長音者為雌鳥，而不會發出電鈴聲者為雄鳥。因此，除了由電泳所得之資料外，並以野外觀察金翼白眉個體所發的聲音類型來判別其性別。

金翼白眉大多成對出現，即使在非繁殖季亦是如此。而事實上，就目前於 1997 年及 1998 年的觀察看來，金翼白眉的配對關係 (pair-bond) 很強，從 1997 年至 1998 年配偶未曾改變 ( $n=13$ )，在非繁殖季時，也都是以配偶為基本單位成對活動，再隨機結成大群。

築巢時雄鳥及雌鳥皆參與巢材的蒐集、運送、編織。觀察多在白天進行，並擇定觀察時間較長的第 3、6、7、9 巢進行分析，共觀察 25716 分，各巢觀察時間分別為 6,660 分 (15 天)、10,069 分 (18 天)、5,542 分 (11 天) 及 3,445 分 (6 天)。雄鳥及雌鳥皆參與孵雛及餵雛工作，雌鳥孵雛比例較高，占 55.2%，雄鳥 44.8%。雄鳥與雌鳥孵雛時間並無顯著差異 (t-test,  $t=2.02$ ,  $p>0.05$ )，而各巢間雄鳥與雌鳥的孵雛時間亦無顯著差異 (Mann-Whitney U test,  $p>0.05$ )。剛出生的幼雛仍需親鳥長時間的抱孵，親鳥每日孵雛比例 (每日孵雛時間/每日觀察時間) 逐漸下降。各巢下降的趨勢並不相同，第 9 至 12 天後親鳥孵雛時間比例降至 20% 以下或完全停止。第 3 巢於雛鳥出生第 12 天整天下大雨，親鳥孵雛時間因而上升 (圖 1)。

金翼白眉親鳥攜帶食物回巢時，多有固定的路線，通常會停在離巢最近的樹上張望許久，再進入巢中。回巢後站在巢邊而震動巢緣，引起雛鳥張口索食。雄鳥餵食頻率高於雌鳥，其中雄鳥佔 70.8%，雌鳥佔 29.2% (t-test,  $t=6.22$ ,  $p<0.01$ )，其中第 6 巢及第 7 巢雄鳥與雌鳥餵食頻率有顯著差異 (Mann-Whitney U test,  $p<0.01$ 、 $p<0.01$ ) (表 2)。雌鳥的餵食食物長度顯著大於雄鳥 (t-test,  $t=6.80$ ,  $p<0.01$ )。

金翼白眉親鳥餵食雛鳥的食物種類包括無脊椎動物、果實及遊客丟棄或餵食的可食性垃圾，如餅乾、麵包等。其中無脊椎動物佔 96.0%，果實佔 3.6%，垃圾類佔 0.4%。親鳥餵食時，常攜帶好幾條蟲。其攜帶食物時多半將蟲弄死，並清除蟲體的翅或附肢，鮮見餵食活體，特別是一次攜帶多條蟲時。第 9 天後親鳥孵雛時間少，在離開時將糞囊啣走丟棄。

金翼白眉親鳥護雛行為明顯，在觀察期間曾見星鴉 (*Nucifraga caryocatactes*) 停棲在巢附近的二葉松樹頂上，金翼白眉則在空中驅趕，此外，有其他的金翼白眉靠近也會加以追逐驅趕。大致上來說，只驅趕體型相似或大於金翼白眉的個體，其他體型較小的栗背林鴉 (*Erithacus johnstoniae*)、褐頭花翼 (*Alcippe cinereiceps*) 則不會驅趕。研究人員在測

量幼雛時，若親鳥恰好回巢，也會停在附近警戒，有時甚至會伺機加以恫嚇及攻擊。

### 3. 活動範圍及領域大小

金翼白眉的巢並不是位於領域正中央，而是略偏一邊，離領域中心約 8 m。我們觀察 9 對金翼白眉其活動範圍的長為  $123.27 \pm 13.09$  m，寬為  $102.82 \pm 9.30$  m；領域的長為  $74.86 \pm 11.59$  m，領域的寬為  $61 \pm 4.34$  m。鄰近的金翼白眉活動範圍有小部份重疊，領域則完全沒有重疊。

### 4. 每窩卵數 (clutch size)

在所尋獲的 9 個巢中，僅能確知 2 個巢的窩卵數，皆為 2 卵，另外 6 巢發現時雛鳥已經孵出，幼雛數也分別為 2 雛，另有一巢在產卵前即已棄巢。卵為橢圓形，一端稍尖，一端稍鈍，殼面為藍綠色，上面有斑點。卵的平均長度為  $31.3 \pm 0.35$  mm，平均寬度為  $21.5 \pm 0.28$  mm ( $n=2$ )。在所尋獲的巢中，不管是由卵孵出的幼雛，或者是尋獲時巢中已有雛鳥，每窩的幼雛數皆為 2 隻 ( $n=8$ )。第 6 巢的 2 隻幼鳥在同一天孵出，孵出後親鳥即開始進行餵食。

### 5. 生殖成功率

在生殖成功方面，由於所尋獲的巢只有 2 個處於孵卵狀態，而這 2 個巢的孵化率皆為 100%。除了產卵前即已棄巢的第 5

表 2 金翼白眉各巢親鳥育雛時間餵食次數之比較

Table 2 The comparison of nestling feeding frequency between male and female Taiwan Laughing Thrushes

巢 號	觀察天數 (天)	總觀察時間(分)	親鳥 餵食 次數 (%)		P 值 <sup>1</sup>
			雄	雌	
第 3 巢	15	6660	150(59.06%)	104(40.94%)	0.0695
第 6 巢	18	10069	442(69.17%)	197(30.83%)	0.0002***
第 7 巢	11	5542	249(97.27%)	7(2.73%)	0.0001***
第 9 巢	6	3445	129(58.37%)	92(41.63%)	0.3182

<sup>1</sup>Mann-Whitney U test, \*\*\*表示  $p<0.01$ 。



巢外，其餘 8 巢平均離巢率為  $81.25 \pm 0.37\%$ ，合計 16 隻雛鳥中，共 13 隻成功離巢。導致離巢失敗的因子可能為大雨。第 3 巢在觀察後期每日下雨，致使親鳥因孵雛時間增加而減少餵食次數，餵食頻率深受天候影響，而後 2 隻雛鳥中體重較輕的那隻死於巢中，未成功離巢。

6. 雛鳥成長

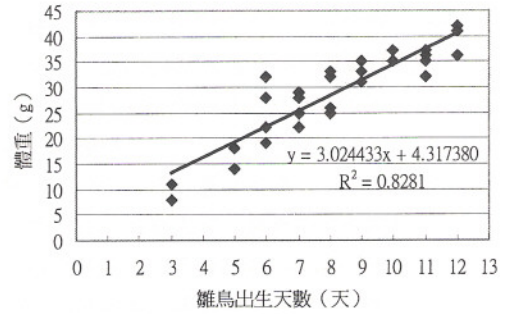
金翼白眉之孵卵期約 13 至 15 天，2 窩雛鳥皆在同一天孵出 (n=2)。雛鳥約 14 天時偶爾探出巢外，17 至 19 天時完全離開巢附近的灌叢。雛鳥孵出第 12 天，除跗蹠長度 (34.7 mm) (n=4) 與成鳥 (39.33 mm) 相近外，約為成鳥 88.23%，其餘如體重及體長仍與成鳥有一段差距。

金翼白眉幼雛之體重成長的迴歸關係式為  $Y = 4.32 + 3.02X$  ( $R^2 = 0.8281$ ,  $p < 0.01$ ,  $n = 36$ )，由 9.5 g (n=2) 增加至 38.75 g (n=4) (圖 2a)。體長成長的迴歸關係式為  $Y = 41.69 + 3.89X$  ( $R^2 = 0.8215$ ,  $p < 0.01$ ,  $n = 28$ )，由 45 mm (n=2) 增加至 84.7 mm (n=2) (圖 2b)。跗蹠長成長的迴歸關係式為  $Y = 3.72 + 2.67X$  ( $R^2 = 0.9038$ ,  $p < 0.01$ ,  $n = 31$ )，由 10.5 mm (n=2) 增加至 34.7 mm (n=4) (圖 2c)。

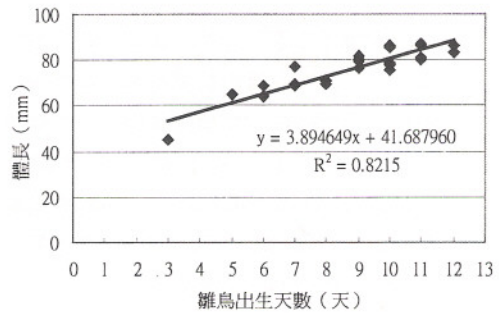
7. 巢位因子

金翼白眉築巢高度自 0.5 m 至 1.85 m 皆有發現，主要和築巢植物的高度有關，約在灌叢的中上層，植物高度自 1.65 m 至 3.5 m。築巢的植物包括高山芒 (*Miscanthus transmorrisonensis*)、大葉溲疏 (*Deutzia pulchra*)、台灣雲杉 (*Picea morrisonicola*) 幼苗、玉山箭竹 (*Yushania niitakayamensis*)、藤胡頹子 (*Elaeagnus glabra*) 及褐毛柳 (*Salix fulvopubescens*)，巢材包括禾本科植物的葉片草莖及花梗、樹皮、松針及小樹枝。巢的測量在幼

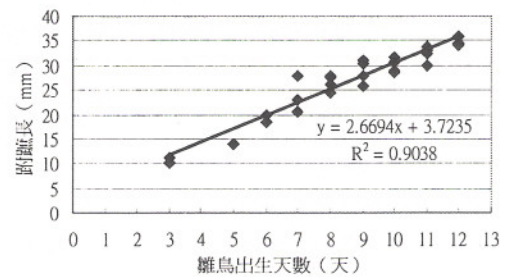
鳥離巢後取下進行，由於巢會隨親鳥繁殖時的踩踏及幼鳥習飛跳躍而變形，因此巢的大小可能較剛築好時為大。巢的大小，最小巢內徑平均為 80.00 mm (S.D.=9.07; n=9)，最大巢內徑平均為 95.37 mm (S.D.=6.82; n=9)，最小巢外徑為 174.14 mm (S.D.=24.65; n=9)，最大巢外徑為



(a) 體重 (body weight)



(b) 體長 (body length)



(c) 跗蹠長 (tarsus length)

圖 2 金翼白眉雛鳥離巢前之成長曲線

Fig. 2 The nestling growth curves of Taiwan Laughing Thrushes

203.29 mm (S.D.=30.14; n=9), 巢高為 130.01 mm (S.D.=21.45; n=9), 巢深為 73.07 mm (S.D.=7.60; n=9), 平均巢重為 100.11 g (S.D.=25.47; n=9)。

(III)生殖棲地選擇

1.植群因子比較

我們在生殖樣區與隨機樣區共記錄 8 科 9 種喬木, 其中生殖樣區有 7 科 7 種, 隨機樣區有 2 科 3 種。地被層的喬木幼苗、灌木、藤本及草本共記錄 40 科 85 種, 其中生殖樣區有 39 科 70 種, 隨機樣區 34 科 62 種。在喬木介量方面, 以胸高斷面積計算相對優勢度。兩組樣區皆以台灣二葉松 (*Pinus taiwanensis*) 為最優勢樹種, 而次優勢樹種在生殖樣區為褐毛柳, 隨機樣區為紅檜 (*Chamaecyparis formosensis*)。

在灌木草本(含喬木幼苗)的介量方面, 以覆蓋度計算相對優勢度。在生殖樣區前五名優勢植物種類為高山芒、大葉溲疏、藤胡頹子、褐毛柳、台灣澤蘭 (*Eupatorium formosanum*); 在隨機樣區為高山芒、褐毛柳、大葉溲疏、台灣澤蘭、鱗大蕨 (*Pteridium aquilinum*)。

2.棲地因子比較

在比較生殖樣區與隨機樣區之各項棲地因子時發現, 生殖樣區的喬木密度顯著高於隨機樣區 (Mann-Whitney U test,  $p < 0.05$ ), 而其他各項因子均無顯著差異 (表 3)。

IV、討論

生殖生態主要針對金翼白眉的生殖系統、配對關係 (pair-bond)、生殖失敗的原因、親鳥於育雛上的投資與分工及生殖棲地的選擇等進行討論。

於觀察期間, 我們僅有一次於華山松上看見雄鳥抖羽展翅的行為, 幾乎不常看見金翼白眉雄鳥求偶展示行為, 亦未曾見過求偶餵食的現象 (只有一次於餵雛時見到雄鳥餵食給雌鳥), 求偶不明顯的行為在繡眼畫眉也可見到 (林瑞興, 1996)。金翼白眉求偶行為不明顯可能和配對形成 (pair formation) 有關, 黑頂山雀 (*Parus arcticapillus*) 於秋冬之際即完成配對 (Smith, 1984; 1990), 純色山雀 (*Parus inornatus*) 於夏末即完成配對 (Dixon, 1949),

表 3 金翼白眉繁殖樣區與隨機樣區的棲地因子檢定結果

Table 3 The comparison of habitat variables between nest sites of Taiwan Laughing Thrushes and random plots

棲地因子	繁殖樣區		隨機樣區		顯著性 <sup>1</sup>
	平均值	標準差	平均值	標準差	
喬木密度(stem/ha)	359.92	503.08	54.85	47.51	*
喬木胸高斷面積(m <sup>2</sup> /ha)	26852.69	18540.76	21976.29	22294.09	
最近樹離樣點中心距離(m)	2.30	1.55	5.61	3.59	
最近二棵樹離樣點中心距離(m)	3.79	2.54	9.12	5.78	
最近三棵樹離樣點中心距離(m)	5.02	3.25	12.09	7.23	
裸露地比例(%)	1.14	1.21	2.25	3.58	
地被層覆蓋度(%)	84.00	13.32	87.25	13.56	
地被層高度(m)	1.95	0.97	1.63	0.44	

<sup>1</sup>Mann-Whitney U test, \*表示  $p < 0.05$ 。



而卡羅山雀 (*Parus carolinensis*) (Dixon, 1963)、褐頭山雀 (*Parus montanus*) (Hogstad, 1987) 皆於非生殖季時已完成配對, 因此這些鳥種在生殖季時也都沒有明顯的求偶行為。對於金翼白眉配對的形成時間並不清楚, 因金翼白眉大多成對出現, 即使在非繁殖季時亦是如此, 而其成對的配偶不論在生殖季或者是非生殖季都是固定的。

金翼白眉在生殖季的鳴唱聲遠較非生殖季為普遍, 常常出現應和的情況, 前述所提及之典型聲為雄鳥宣示領域的聲音, 通常發生在清晨或驅趕侵入領域的個體後於樹梢處發出, 有時伴隨著單長音一起發出, 雌鳥也會以電鈴聲回應。這種雄鳥與雌鳥可各自發出特定的聲音來應和的情形, 在藪鳥也可見到 (羅柳墀, 1987)。許多鳥類之雄鳥鳴唱常與領域性及吸引雌鳥有關 (Cambell and Lack, 1985), 金翼白眉於生殖季及非生殖季皆有出現互相應和的情況, 特別是繁殖季時相當常見。推測鳴唱除了可以宣示領域外, 可能和加強配對關係有關。

暴風雨、掠食行為、食物不足及成鳥死亡為造成生殖失敗的主要原因。在研究期間並未親眼見到雛鳥受到掠食, 且第 7 巢的雌鳥在幼雛孵出後第 10 天即消失不見 (消失原因並不清楚), 由雄鳥獨自撫育雛鳥, 然而巢中之 2 隻幼鳥皆成功離巢, 在觀察期間掠食行為及成鳥消失並非造成生殖失敗之原因。大雨可能為導致金翼白眉生殖失敗的原因之一, 雛鳥因大雨淋溼而損失能量, 再加上親鳥餵食不足致使雛鳥死亡。事實上, 第 3 巢於觀察時間雛鳥將要離巢前連下幾天傾盆大雨, 不停的雨勢使幼雛不易維持體溫, 親鳥經常回巢孵雛, 相對減少了覓食時間, 致使餵食受到影響。而後兩隻幼雛中體重較輕的那隻死在巢中, 無法成功離巢。降雨可能會增加鳥類對於食物的需求 (Calder and King, 1974)、減少覓食時間 (Foster, 1974; Morse, 1989) 且減少某些昆蟲的可獲得性 (Davies and Green, 1976; Davies, 1977)。Wrege and Emlen (1991) 認為飢餓是

造成幼雛死亡的最重要因子, 當成鳥能提供給雛鳥的食物減少時, 巢中最小的幼雛有飢餓的最大風險, 此現象與金翼白眉的情況相符合。

對於許多燕雀目的鳥類來說, 幼雛在剛出生前幾天不具有自行調節體溫的能力, 必須由親鳥孵雛來維持巢內的溫度, 避免雛鳥遭受低溫的侵害 (Morton and Carey, 1971)。黃昏雀 (*Pooectes gramineus*) 在雛鳥出生後 5 至 7 天方具有調節體溫的能力 (Dawson and Evans, 1960), 棕曲嘴鶇鶇 (*Campylorhynchus brunneicapillus*) 於雛鳥出生後 9 至 12 天才具有調節體溫的能力 (Ricklefs and Hainsworth, 1968)。金翼白眉親鳥在雛鳥出生後 8 至 12 天幾乎停止孵雛 (孵雛時間降至 20% 以下, 少數的孵雛時間多集中於清晨及天候不佳時), 推測雛鳥於 8 至 12 天時已能初步自行調節體溫。但若遇天候不佳時, 親鳥仍會回巢孵雛, 如第 3 巢在雛鳥出生後第 12 至 13 天時適逢大雨, 親鳥每日孵雛比例因而上升 (見圖 1)。這種雛鳥的溫度調節系統與親鳥行為的關係在許多燕雀目鳥類時常可見, 如灰沙燕 (*Riparia riparia*) (Beyer, 1938) 及翅猛雀 (*Aimophila carpalis*) (Austin and Ricklefs, 1977)。

根據觀察結果顯示, 金翼白眉的配對系統可能為一夫一妻制 (monogamy), 目前尚未發現多配 (polygamy) 情形。在生殖過程中, 親鳥皆共同參與築巢、孵卵、孵雛、育雛及照顧離巢幼鳥的工作, 雖然在各巢間親鳥的投資略有差異。雌雄親鳥共同擔任每一階段工作的情形, 在細紋噪眉 (*Garrulax lineatus*)、條紋噪眉 (*Garrulax striatus*)、藪鳥及繡眼畫眉也可見到 (Islam, 1993; 羅柳墀, 1987; 林瑞興, 1996), 而不同於其他一夫一妻制的鳥類, 如栗背林鴉 (劉良力, 1991)、白頭翁 (*Pycnonotus sinensis*) (徐芝敏, 1984)、小雲雀 (*Alauda gulgula*) (袁孝維, 1986) 等, 雄鳥與雌鳥分別負責不同階段的工作。

Trivers (1972) 認為一夫一妻制的鳥類親鳥雙方於生殖活動的投資是相近的, 雄鳥與雌鳥的共同投資有助於子代數的提升, 特別是鳥

類再配對 (remate) 不易的情況下 (Maynard Smith, 1977)。雄鳥與雌鳥共同育雛有助於生殖成功率之提升 (Whittingham, 1989; Wright and Cuthill, 1989; Wolf *et al.*, 1990; Wittenberger and Tilson, 1980), 特別是在食物短缺及天候不佳的情況下, 雄鳥於育雛時扮演了關鍵性的角色, 供應雛鳥所需的食物 (Wittenberger, 1982; Bart and Tornes, 1989; Dunn and Robertson, 1992; Whittingham and Robertson, 1994)。以金翼白眉來說, 雄鳥與雌鳥的孵雛時間並無差異, 但在天候不佳時, 雌鳥通常會先回巢擔任孵雛的工作, 雄鳥則繼續覓食直到雨勢加大時再回巢, 事實上雄鳥的覓食次數也高於雌鳥。

領域的防禦在護巢行為上扮演了一個很重要的角色, 若親鳥在巢附近覓食可以使覓食更有效率 (Kikkawa and Wilson, 1983)。Kikkawa and Wilson (1983) 認為在領域內覓食可減少覓食時間, 且受其他鳥類的干擾也會降低, 其本身的能量需求可以很快地被滿足而有較多餘的時間分配於築巢、孵卵、孵雛及餵雛上, 領域內的食物資源更可提供繁殖所需的能量。Wallace (1974) 認為在巢附近覓食不但方便護巢, 且可減少親鳥於攜帶食物時的能量消耗。金翼白眉親鳥於生殖期間具有領域性, 雄鳥經常在巢附近覓食, 推測可能和減少覓食時間、減少攜帶食物的能量消耗及護巢行為有關。

在生殖棲地因子方面, 金翼白眉巢位附近通常有較高的喬木密度, 其他因子似乎並無顯著差異, 推測可能為巢位棲地選擇的重要因子。較高的樹木密度有助於減少被捕食的風險, 這樣的情況在黑臉黃眉林鶯 (*Dendroica townsendi*) 也可見到 (Matsuoka *et al.*, 1997)。金翼白眉由於飛行能力不佳, 經常於樹間以滑翔方式活動, 追蹤並找尋巢位時發現, 環境中樹木較聚集之處, 常是金翼白眉築巢地點之所在, 其出入巢多以跳躍或滑翔於樹間活動為多, 推測可能與其活動能力有關, 利用樹來移動也可增加其行動的機動性。關於其他棲地因子的比較, 離最近樹距離接近顯著水準

( $p=0.056$ ), 就實際觀察而言, 金翼白眉在入巢前常停留在固定的喬木, 通常為離巢最接近的樹。築巢時多選擇喬木附近的灌叢上層, 至於巢位所在的灌叢植物種類及覆蓋度, 則沒有特別的偏好, 在喬木附近多有和巢位相似的環境。推論喬木為影響金翼白眉巢位選擇的重要因素, 灌叢對於巢位選擇的影響不大。

而本次棲地調查地區主要集中於楠溪林道, 為火災後的草生地, 上層僅有少數的二葉松等喬木, 喬木影響金翼白眉生殖棲地選擇至深。然而在純森林內或其他類型的棲地上, 影響金翼白眉生殖棲地選擇的限制因子為何, 則有待進一步的研究。

## V、致謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會經費補助 (NSC86-2621-B002-027-A07, NSC87-2621-B002-015-A07), 並於研究期間受到玉山國家公園諸多支援, 鳥會友人及台大森林系多位學生協助野外調查工作, 以及二位不知名的審查委員, 僅此一併致謝。

## VI、引用文獻

- 沙謙中 (1992) 忽影悠鳴隱山林。玉山國家公園管理處, 南投水里。
- 林瑞興 (1996) 繡眼畫眉生殖及鳥群生態之研究。國立台灣大學動物學研究所碩士論文, 台北。
- 徐芝敏 (1984) 烏頭翁與白頭翁之生物學研究。國立台灣大學動物學研究所碩士論文, 台北。
- 袁孝維 (1986) 墾丁牧場小雲雀之行為及生態學研究。國立台灣大學動物學研究所碩士論文, 台北。
- 袁孝維、林良恭 (1997) 塔塔加高山生態系長期生態研究鳥類與哺乳類群聚生態之研究, 台北。



- 翟鵬 (1977) 台灣鳥類生態隔離的研究。東海大學碩士論文，台中。
- 劉良力 (1991) 栗背林鴝之生物學研究。國立台灣師範大學生物學研究所碩士論文，台北。
- 謝錦煌 (1994) 淺談金翼白眉。中華飛羽 7(2): 3-4。
- 羅柳墀 (1987) 溪頭地區藪鳥的生物學研究。國立台灣師範大學生物學研究所碩士論文，台北。
- 小林桂助 (1980) 台灣的畫眉鳥科。野鳥 1(2): 33-48。
- Austin, G. T. and R. E. Ricklefs (1977) Growth and development of the rufous-winged sparrow (*Aimophila carpalis*) Condor 79: 37-50.
- Bart, J. and A. Tornes (1989) Importance of monogamous male birds in determining reproductive success - Evidence for House Wrens and a review of male-removal studies. Behav. Ecol. Sociobiol. 24: 109-116.
- Beyer, L. K. (1938) The nest life of the bank swallow. Wilson Bull. 50: 122-137.
- Calder, W. A. and J. R. King (1974) Thermal and caloric relations of birds. pp. 260-413 In D. S. Farner and J. R. King, eds. Avian Biology. Volume IV. Academic Press, New York, New York, USA.
- Campbell, B. and E. Lack (1985) A Dictionary of Birds. Calton(Poyser) and Buteo Books. Vermillion.
- Davies, N. B. (1977) Prey selection and the search strategy of the Spotted Flycatcher (*Muscicapa striata*): a field study on optimal foraging. Anim. Behav. 25: 1016-1033.
- Davies, N. B. and R. Green (1976) The development and ecological significance of feeding techniques in the Reed Warbler (*Acrocephalus scirpaceus*). Anim. Behav. 24: 213-229.
- Dawson, W. R. and F. C. Evans (1960) Relation of growth and development to temperature regulation in nestling Vesper Sparrows. Condor 62: 329-340.
- Dixon, K. L. (1949) Behavior of the Plain Titmouse. Condor 51: 110-136.
- Dixon, K. L. (1963) Some aspects of social organization in the Carolina Chickadee. Proc. 13th Int. Ornithol. Congr., pp. 240-258.
- Dunn, P. O. and R. J. Robertson (1992) Geographic variation in the importance of male parental care and mating systems in Tree Swallows. Behav. Ecol. 3: 291-299.
- Foster, M. S. (1974) Rain, feeding behavior, and clutch size in tropical birds. Auk 91: 722-726.
- Griffiths, R., C. D. Mike, Orr. Kate and R. J. G. Dawson. (1998) A DNA test to sex most birds. Mol. Ecol. 7: 1071-1075.
- Hogstad, O. (1987) Social rank in winter flocks of Willow Tits, *Parus montanus*. Ibis 129: 1-9.
- Howard, R. and A. Moore (1991) A Complete Checklist of the Birds of the World. 2nd. ed. Academic Press, London, UK.
- Islam, M. A. (1993) Aspects of the breeding biology of *Garrulax lineatus*, *G. albogulanz* and *G. striatus* (Aves: Muscicapidae) of Kumaun. Bangladesh J. Zool. 21: 67-76.
- Kikkawa, J. and J. M. Wilson (1983) Breeding and dominance among the Heron Island Silvereyes (*Zosterops lateralis chlorocephala*). Emu 83: 181-198.
- Lowe, K. M. (1989) The Australian Bird Bander's Manual. Australian National Parks and Wildlife service, Australian.
- MacArthur, R. H. and H. S. Horn (1969) Foliage profile by vertical measurements. Ecology 50: 802-804.

- Matsuoka, S. M., C. M. Handel, D. D. Roby and D. L. Thomas (1997) The relative importance of nesting and foraging sites in selection of breeding territories by Townsend's Warbler. *Auk* 114(4): 657-667.
- Maynard Smith, J. (1977) Parental investment: A prospective analysis. *Anim. Behav.* 25: 1-9.
- Morse, D. H. (1989) *American Warblers*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Morton, M. L. and C. Carey (1971) Growth and the development of endothermy in the mountain White-crowned Sparrow (*Zonotrichia leucophrys oriantha*). *Physiol. Zool.* 44: 177-189.
- Ricklefs, R. E. and F. R. Hainsworth (1968) Temperature regulation in nestling Cactus Wrens: the development of homeothermy. *Condor* 70: 121-127.
- Smith, S. M. (1984) Flock switching in chickadees: why be a winter floater? *Am. Nat.* 123: 81-98.
- Smith, S. M. (1990) Winter replacement rates of high-ranked chickadees vary with floater density. pp.453-460 *In* J. Blondel, A. Gosler, J. D. Lebreton and R. McCleery, eds. *Population Biology of Passerine Birds, an Integrated Approach*. NATO ASI Series, vol. G-24. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Trivers, R. L. (1972) Parental investment and sexual selection. *In* Campbell, B., ed. *Sexual Selection and the Descent of Man 1871-1971*:136-179, Chicago, Ill.: Aldine.
- Wallace, R. A. (1974) Ecological and social implications of sexual dimorphism in five melanerpine woodpeckers. *Condor* 76: 238-248.
- Whittingham, L. A. (1989) An experimental study of paternal behavior in Red-winged Blackbirds. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 25: 73-80.
- Whittingham, L. A. and R. J. Robertson (1994) Food availability, parental care and male mating success in Red-winged Blackbirds (*Agelaius phoeniceus*). *J. Anim. Ecol.* 63: 139-150.
- Wittenberger, J. F. (1982) Factor affecting how male and female Bobolinks apportion parental investment. *Condor* 84:22-39.
- Wittenberger, J. F. and R. L. Tilson (1980) The evolution of monogamy: Hypotheses and evidence. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11: 197-232.
- Wolf, L., E. D. Ketterson and V. Jr. Nolan (1990) Behavioural response of female Dark-eyed Juncos to the experimental removal of their mates: Implications for the evolution of male parental care. *Anim. Behav.* 39: 125-134.
- Wrege, P. H. and S. T. Emlen (1991) Breeding seasonality and reproductive success of White-fronted Bee-eaters in Kenya. *Auk* 108: 673-687.
- Wright, J. and I. Cuthill (1989) Manipulation of sex differences in parental care. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 25: 171-181.
- Yen, C. W. (1990) An ecological study in the Timaliinae (Muscicapidae) of Taiwan. *Bulletin of National Museum of Natural Science*, no.2. pp.281-289.